

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of : THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED  
Hirokazu NAKANO : TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE  
Serial No. NEW : FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT  
Filed December 10, 2003 : ACCOUNT NO. 23-0975  
: **Attn: APPLICATION BRANCH**  
: Attorney Docket No. 2003\_1266A

RADIATION THERAPY TREATMENT  
PLANNING MACHINE

---

**CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450


Sir:

Applicant in the above-entitled application hereby claims the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 074910/2003, filed March 19, 2003, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Hirokazu NAKANO

By   
Thomas D. Robbins  
Registration No. 43,369  
Attorney for Applicant

TDR/kjf  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
December 10, 2003

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

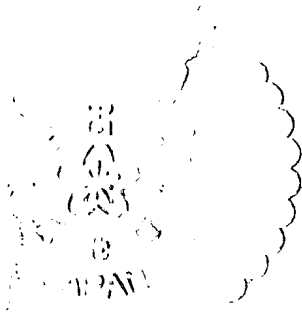
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 1 9 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 7 4 9 1 0  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 0 7 4 9 1 0 ]

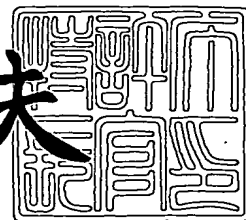
出      願      人                      有限会社ナカノシステム  
Applicant(s):



2 0 0 3 年    9 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 6 0 0 7

【書類名】 特許願  
【整理番号】 NKN-03-P01  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 A61N 5/10  
A61B 6/03

## 【発明者】

【住所又は居所】 横浜市神奈川区浦島町 4 - 1 0

【氏名】 中野 浩和

## 【特許出願人】

【識別番号】 390036582

【住所又は居所】 静岡県富士宮市小泉 6 9 0 番地の 2

【氏名又は名称】 有限会社ナカノシステム

## 【代理人】

【識別番号】 100088823

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 神戸 真

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100118348

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 佳代子

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 068251

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 委任状 1

【援用の表示】 平成 1 5 年 3 月 1 8 日提出の包括委任状

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放射線治療計画装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マルチリーフコリメータのリーフ開度を計算するマルチリーフコリメータ開度計算部、各リーフの移動速度を計算する移動速度計算部、リーフの移動速度限界値を入力する移動速度限界値入力部又はあらかじめ決められた移動速度限界値を設定する移動速度限界値設定部、及び各リーフの移動情報を表示する移動表示部を持ち、前記マルチリーフコリメータ開度計算部は、時間経過に伴うリーフ開度を生成し、前記移動速度計算部は、生成された時間経過に伴うリーフ開度から各リーフの移動速度を算出し、前記移動表示部は、算出された移動速度が移動速度限界値入力部にて入力された速度限界値又は移動速度限界値設定部において設定された速度限界値を超える部分のリーフの移動情報を表示することを特徴とする放射線治療計画装置

【請求項 2】

マルチリーフコリメータのリーフ開度を計算するマルチリーフコリメータ開度計算部、各リーフの移動速度を計算する移動速度計算部、リーフの移動速度限界値を入力する移動速度限界値入力部又はあらかじめ決められた移動速度限界値を設定する移動速度限界値設定部、及びリーフ開度修正部を持ち、前記マルチリーフコリメータ開度計算部は、時間経過に伴うリーフ開度を生成し、前記移動速度計算部は、生成された時間経過に伴うリーフ開度から各リーフの移動速度を算出し、前記リーフ開度修正部は、算出された移動速度が移動速度限界値入力部にて入力された速度限界値又は移動速度限界値設定部において設定された速度限界値を超える部分がある場合、当該部分において各リーフの移動速度が速度限界値以下になるようにリーフ開度を修正することを特徴とする放射線治療計画装置

【請求項 3】

マルチリーフコリメータのリーフ開度を計算するマルチリーフコリメータ開度計算部、各リーフの移動加速度を計算する移動加速度計算部、リーフの移動加速度限界値を入力する移動加速度限界値入力部又はあらかじめ決められた移動加速度

限界値を設定する移動加速度限界値設定部、及び各リーフの移動情報を表示する移動表示部を持ち、前記マルチリーフコリメータ開度計算部は、時間経過に伴うリーフ開度を生成し、前記移動加速度計算部は、生成された時間経過に伴うリーフ開度から各リーフの移動加速度を算出し、前記移動表示部は、算出された移動加速度が移動加速度限界値入力部にて入力された加速度限界値又は移動加速度限界値設定部において設定された加速度限界値を超える部分のリーフ移動情報を表示することを特徴とする放射線治療計画装置

【請求項 4】

マルチリーフコリメータのリーフ開度を計算するマルチリーフコリメータ開度計算部、各リーフの移動加速度を計算する移動加速度計算部、リーフの移動加速度限界値を入力する加速度限界値入力部又はあらかじめ決められた加速度限界値を設定する移動加速度限界値設定部、及びリーフ開度修正部を持ち、前記マルチリーフコリメータ開度計算部は、時間経過に伴うリーフ開度を生成し、前記移動加速度計算部は、生成された時間経過に伴うリーフ開度から各リーフの移動加速度を算出し、前記リーフ開度修正部は、算出された移動加速度が移動加速度限界値入力部にて入力された加速度限界値又は移動加速度限界値設定部において設定された加速度限界値を超える部分がある場合、当該部分において各リーフの移動加速度が加速度限界値以下になるようにリーフ開度を修正することを特徴とする放射線治療計画装置

【請求項 5】

請求項 1 の放射線治療計画装置において、当該装置が、各リーフの移動加速度を計算する移動加速度計算部、及びリーフの移動加速度限界値を入力する移動加速度限界値入力部又はあらかじめ決められた移動加速度限界値を設定する移動加速度限界値設定部を持ち、前記移動加速度計算部は、前記マルチリーフコリメータ開度計算部で生成された時間経過に伴うリーフ開度から各リーフの移動加速度を算出し、前記移動表示部は、算出された移動加速度が移動加速度限界値入力部にて入力された加速度限界値又は移動加速度限界値設定部において設定された加速度限界値を超える部分の情報を表示することを特徴とする放射線治療計画装置

【請求項 6】

請求項 2 の放射線治療計画装置において、当該装置が、各リーフの移動加速度を計算する移動加速度計算部、及びリーフの移動加速度限界値を入力する移動加速度限界値入力部又はあらかじめ決められた移動加速度限界値を設定する移動加速度限界値設定部を持ち、前記移動加速度計算部は、前記マルチリーフコリメータ開度計算部で生成された時間経過に伴うリーフ開度及び／又は前記リーフ開度修正部で修正されたリーフ開度から各リーフの移動加速度を算出し、前記リーフ開度修正部は、算出された移動加速度が移動加速度限界値入力部にて入力された加速度限界値又は移動加速度限界値設定部において設定された加速度限界値を超える部分がある場合、当該部分において各リーフの移動加速度が加速度限界値以下になるようにリーフ開度を修正することを特徴とする放射線治療計画装置

【請求項 7】

請求項 2 又は 6 の放射線治療計画装置において、前記リーフ開度修正部が、算出された各リーフの移動速度が速度限界値を超える部分を速度限界値以下になるようにリーフ開度を修正する場合、照射野形状を広げる方向にリーフ開度を修正することを特徴とする放射線治療計画装置

【請求項 8】

請求項 2 又は 6 の放射線治療計画装置において、前記リーフ開度修正部において前記リーフ開度修正部が、算出された各リーフの移動速度が速度限界値を超える部分を速度限界値以下になるようにリーフ開度を修正する場合、照射野形状を狭める方向にリーフ開度を修正することを特徴とする放射線治療計画装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、癌の放射線治療における放射線照射法の計画を行う放射線治療計画装置で、特に、マルチリーフコリメータの照射野を変化させながら照射を行う場合の治療計画に用いて好適な放射線治療計画装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 ガン治療の方法の 1 つとして放射線による、放射線治療がある。放射線治療においては、ターゲットに高い線量を照射し、ターゲット以外の臓器には出来る限り低い線量となる照射が望ましい。このため、放射線治療を行うに

当たって治療計画が必要となる。この治療計画を行う装置を放射線治療計画装置という。

#### 【0003】

図6は放射線治療機の構成を示した斜視図である。図において、61はガントリ、62はコリメータ、64はガントリの回転軸、65はカウチ、66はカウチの回転軸である。ガントリ61はヘッド部分に放射線源を内蔵し、ガントリ回転軸64を中心に図中矢印A方向に回転する。コリメータ62はガントリ61のヘッド部分に接続され図中B方向に回転する。コリメータ62にはマルチリーフコリメータが内蔵され、ガントリ61内の放射線源から照射された放射線はマルチリーフコリメータで任意の照射野に絞られてカウチ65方向に照射される。カウチ65は患者を支持する部分で、カウチ回転軸66を中心に図中C方向に回転し、カウチ回転軸66はコリメータ62が下を向いた状態での垂直線と一致する。通常放射線治療機はコリメータ62が真下を向いた状態のガントリ角度を0度とし、時計回りに角度が増加する。本図はガントリ角度0度の場合を示している。通常治療機は180度から0度を通して180度まで回転する事ができる。ターゲットに放射線を照射する際には、ガントリ角、コリメータ角、カウチ角を変えて、眼球や背骨等の放射線感受性の高い臓器を避ける方向から照射する必要がある。

#### 【0004】

図7はマルチリーフコリメータ（以下、MLCとも言う）の構成を示した斜視図である。図において、71は上絞り装置、72は下絞り装置、73はリーフである。上絞り装置71は、図中矢印L1方向、L2方向に開動する。下絞り装置72は多数のリーフ73から成り、W1方向、W2方向に開動する。それぞれのリーフが独立の移動量で移動することにより、照射野形状を変化させる事ができる。

#### 【0005】

ガントリの回転軸とビームソースからおろした垂線との交点をアイソセンタという。このアイソセンタを中心としてガントリの回転軸を含みガントリヘッドから垂直におろした垂線と直角に交わる面をアイソセンタ面という。アイソセンタは



、線量計算の基準点として用いられることが多く、通常ターゲットの中心がアイソセンタとなるように、ビームを照射する。放射線の照射野形状は通常このアイソセンタ面における形状を用いる。

#### 【0006】

図8はMLCにより形成されるアイソセンタ面における照射野を表した断面図である。図において、71は上絞り装置、72は下絞り装置、85は放射線治療機の放射線ビームの点線源位置、86はアイソセンタ面、84は放射線ビームの中心軸、87は照射野である。線源85から出たビームは、上絞り装置71及び下絞り装置72のリーフにより適宜放射線を遮ることによってアイソセンタ面86に照射野87を形成する。

#### 【0007】

アイソセンタが患者体内に位置し、ガントリを固定して照射する照射法をSAD法といい、アイソセンタが患者皮膚面に位置する照射法をSSD法という。また、ターゲットに放射線を照射しながらガントリを回転させる照射法を回転照射といい、回転照射では通常アイソセンタは患者体内に位置する。ガントリを固定して、照射野をターゲット形状に一致させる照射方法を不整形照射という。特にガントリ角度を変更しながら固定照射する照射法を不整形多門照射法という。ガントリの回転と共にMLCにより作られる照射野をターゲット形状に一致させるようにリーフ開度を変化させ、放射線をターゲットに集中させる照射法を原体照射法という。

#### 【0008】

図9は、原体照射法の照射野形状がガントリの回転とともに変化していく様子を示した図である。91はガントリ角度216度の照射野形状、92はガントリ角度288度の照射野形状、93はガントリ角度0度の照射野形状、94はガントリ角度72度の照射野形状、95はガントリ角度144度の照射野形状を表す。原体照射法は放射線治療機の線源をターゲットを中心として回転させると同時に、放射線の照射口部に設けられたMLCの開度を変化させて患部形状に合った照射野を形成する方法である。ターゲット形状からMLCの開度を生成する具体例は、例えば特開平1-214343号公報、特開平8-131566号公報など

に開示されている。

#### 【0009】

MLCの開度の生成について簡単に説明する。まずガンの位置と形を特定する為に、CT画像を取得する。CT画像は患者病巣周辺を通常1cm間隔で複数画像を撮像する事により、3次元的に病巣位置の確認を行う。次にこのCT画像群から病巣つまりガンの輪郭を抽出する。通常原体治療計画のMLCのリーフ開度は、CT画像から抽出された輪郭を照射ガントリ角度から見た2次元投影像に一定間隔のマージン処理をしてMLCのリーフ開度を計算する。つまり、ガントリ回転照射中には、そのガントリ角度から見たガンの形は変化するので、その変化に合わせてリーフを移動させ、ガンに効率的に放射線を当てかつ正常組織になるべく放射線を当てない様に放射線照射野を変化させる。このMLCのリーフ開度の計算は、MLC開度計算部により行われる。

#### 【0010】

近年用いられるようになってきた固定多門照射の一例にIMRT照射方法がある。IMRTとはIntensity Modulated Radiation Therapyの略で、照射するビームの強度を変調して不均一照射を行い最適な線量分布を得る照射方法である。このビーム強度変調照射方法の具体例としては主に、ステップアンドシュート方式とスライディングウインド方式がある。

#### 【0011】

図10は、ステップアンドシュート方式のMLCによる照射野形状を示した図である。同図において、101a・101b・101c・101dはガントリ角度216度の照射野形状のそれぞれのセグメント、102はガントリ角度288度の照射野形状、103はガントリ角度0度の照射野形状、104はガントリ角度72度の照射野形状、105はガントリ角度144度の照射野形状を表す。ステップアンドシュート方式は、固定多門照射で行なわれる。それぞれの角度における照射野形状はセグメントと呼ばれるMLCを任意の形状にした複数の照射野から構成される。本例では、照射角度ごとに4個のセグメントが用いられ、各セグメントごとにビームのオン／オフを繰り返して線量を積算する。図10の例では、セグメント101a・101b・101c・101dの4パターンの照射により

、ガントリ角度 216 度における照射が行われる。他のガントリ角度においても同様に、形状の異なる照射野で複数回に分割して放射線を照射し、それぞれの線量を重ね合わせて最適な線量分布を得る。

#### 【0012】

図 11 は、スライディングウインド方式の MLC による照射野形状を示した図である。同図において、111 はガントリ角度 216 度の照射野形状、112 はガントリ角度 288 度の照射野形状、113 はガントリ角度 0 度の照射野形状、114 はガントリ角度 72 度の照射野形状、115 はガントリ角度 144 度の照射野形状を表す。スライディングウインド方式は、固定多門照射で行われ、ビーム照射中に MLC を連続的に動かしてビーム強度を変調して照射を行う。111、112、113、114、115 に MLC のリーフ開度が変化する様子を示す。ステップアンドシュート方式と異なり、1 門照射中にビームのオン／オフは行わない。この照射をそれぞれの照射方向（ガントリ角度）ごとに実施する。この方式は、照射中に MLC を動かしながら制御し各ガントリ角度ごとの一連の照射を重ね合わせて最適な線量分布を得るものである。

#### 【0013】

放射線治療計画装置は、コンピュータ本体、キーボード、モニタ、スキャナ、プリンタなどのハード機器とこれらを制御するソフトウェアから構成され、前記したような種々の放射線治療方式のうちの任意の方式に則って、どのように放射線治療機を作動するかを計画し、ガントリ角度、コリメータ角度、MLC 開度、カウチ角度、放射線量などを制御するデータを作成するものである。作成したデータは放射線治療機に入力され、放射線治療機はこのデータに基づいて動作し、放射線治療計画装置で計画されたとおりの放射線治療が行われる。

#### 【0014】

##### 【発明が解決しようとする課題】

原体照射法及び IMRT スライディングウインド法においては、照射中にリーフ開度を変化させる。MLC は、多数の金属製のリーフで構成され、各リーフは一般的にモータで駆動することにより位置を制御される。この為リーフを移動する場合、モータの回転速度限界によりリーフを移動できる速さには限界があり、ま

たリーフの慣性とモータのトルクの限界によりリーフの移動加速度の限界もある。MLCのリーフ移動速度又は加速度が追従誤差限界を超えた場合など、許容範囲を超えてリーフの追従エラーがあった場合は、通常治療機が異常を検出して動きを停止する。その後MLCが所定位置に追従完了後、続行できる機種も存在するが、通常治療情報をオペレータが停止位置に合わせて治療パラメータを再設定しなおさなければならない。いずれの場合においても、治療装置の放射線出力は急激には変化できないので、治療計画との誤差が生じる。MLC駆動方式が空気圧駆動や油圧駆動であったとしても、速度限界とトルク限界が存在する事は、モータ駆動と同様である。

#### 【0015】

本発明は、このMLCのリーフの移動速度、移動加速度の限界を考慮したデータを作成できる放射線治療計画装置を開発することを課題としてなされたものである。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、マルチリーフコリメータのリーフ開度を計算するマルチリーフコリメータ開度計算部、各リーフの移動速度を計算する移動速度計算部、リーフの移動速度限界値を入力する移動速度限界値入力部又はあらかじめ決められた移動速度限界値を設定する移動速度限界値設定部、及び各リーフの移動情報を表示する移動表示部を持ち、前記マルチリーフコリメータ開度計算部は、時間経過に伴うリーフ開度を生成し、前記移動速度計算部は、生成された時間経過に伴うリーフ開度から各リーフの移動速度を算出し、前記移動表示部は、算出された移動速度が移動速度限界値入力部にて入力された速度限界値又は移動速度限界値設定部において設定された速度限界値を超える部分の情報を表示することを特徴とする放射線治療計画装置である。

#### 【0017】

また本発明は、マルチリーフコリメータのリーフ開度を計算するマルチリーフコリメータ開度計算部、各リーフの移動速度を計算する移動速度計算部、リーフの移動速度限界値を入力する移動速度限界値入力部又はあらかじめ決められた移動

速度限界値を設定する移動速度限界値設定部、及びリーフ開度修正部を持ち、前記マルチリーフコリメータ開度計算部は、時間経過に伴うリーフ開度を生成し、前記移動速度計算部は、生成された時間経過に伴うリーフ開度から各リーフの移動速度を算出し、前記リーフ開度修正部は、算出された移動速度が移動速度限界値入力部にて入力された速度限界値又は移動速度限界値設定部において設定された速度限界値を超える部分がある場合、当該部分において各リーフの移動速度が速度限界値以下になるようにリーフ開度を修正することを特徴とする放射線治療計画装置である。

#### 【0018】

また本発明は、マルチリーフコリメータのリーフ開度を計算するマルチリーフコリメータ開度計算部、各リーフの移動加速度を計算する移動加速度計算部、リーフの移動加速度限界値を入力する移動加速度限界値入力部又はあらかじめ決められた移動加速度限界値を設定する移動加速度限界値設定部、及び各リーフの移動情報を表示する移動表示部を持ち、前記マルチリーフコリメータ開度計算部は、時間経過に伴うリーフ開度を生成し、前記移動加速度計算部は、生成された時間経過に伴うリーフ開度から各リーフの移動加速度を算出し、前記移動表示部は、算出された移動加速度が移動加速度限界値入力部にて入力された加速度限界値又は移動加速度限界値設定部において設定された加速度限界値を超える部分の情報を表示することを特徴とする放射線治療計画装置である。

#### 【0019】

また本発明は、マルチリーフコリメータのリーフ開度を計算するマルチリーフコリメータ開度計算部、各リーフの移動加速度を計算する移動加速度計算部、リーフの移動加速度限界値を入力する加速度限界値入力部又はあらかじめ決められた加速度限界値を設定する移動加速度限界値設定部、及びリーフ開度修正部を持ち、前記マルチリーフコリメータ開度計算部は、時間経過に伴うリーフ開度を生成し、前記移動加速度計算部は、生成された時間経過に伴うリーフ開度から各リーフの移動加速度を算出し、前記リーフ開度修正部は、算出された移動加速度が移動加速度限界値入力部にて入力された加速度限界値又は移動加速度限界値設定部において設定された加速度限界値を超える部分がある場合、当該部分において各

リーフの移動加速度が加速度限界値以下になるようにリーフ開度を修正することを特徴とする放射線治療計画装置である。

#### 【0020】

本発明の放射線治療計画装置は、上記の速度限界値を超えた場合の表示又はリーフ開度の修正機能と、加速度限界値を超えた場合の表示又はリーフ開度の修正機能の双方の機能を同時に備えることができる。

#### 【0021】

本発明において、算出された各リーフの移動速度が速度限界値を超える部分を速度限界値以下になるようにリーフ開度を修正する場合、照射野形状を広げる方向（リーフを開く方向）にリーフ開度を修正する方法と、照射野形状を狭める方向（リーフを閉じる方向）にリーフ開度を修正する方法とがある。どちらを採用するかは症例による。

#### 【0022】

本発明において、マルチリーフコリメータ開度計算部、移動速度計算部、移動速度限界値入力部、移動速度限界値設定部、移動表示部、リーフ開度修正部、移動加速度計算部、移動加速度限界値入力部、及び移動加速度限界値設定部は通常ソフトウェア中にそれぞれの機能を遂行する部分として設定される。マルチリーフコリメータ開度計算部は従来周知の放射線治療計画装置と同様のマルチリーフコリメータのリーフ開度を計算するソフトウェア部分でよい。移動速度（又は加速度）計算部はマルチリーフコリメータ開度計算部で生成された時間経過に伴うリーフ開度から各リーフの移動速度（又は加速度）を算出するソフトウェア部分である。移動速度（又は加速度）限界値入力部は、オペレータにリーフの速度（又は加速度）限界値を入力させる部分で、入力画面の表示、入力値の格納などを行うソフトウェア部分である。移動速度（又は加速度）限界値設定部は、ソフトウェア作成時にあらかじめ速度（又は加速度）限界値を設定しておく部分、又は、パラメータリストを読み込むことで速度（又は加速度）限界値を設定する部分である。移動表示部は、移動速度（又は加速度）計算部で計算された各リーフの移動速度（又は加速度）が限界値を超えた場合に、少なくともその超えた部分を表示するソフトウェア部分で、具体的にはモニタ画面に表示したり、プリントアウト

トすることで表示したりする。リーフ開度修正部は、移動速度（又は加速度）計算部で算出された各リーフの移動速度（又は加速度）に、速度（又は加速度）限界値を超える部分がある場合、当該超える部分において各リーフの移動速度（又は加速度）が速度（又は加速度）限界値以下になるようにリーフ開度を修正するソフトウェア部分である。

#### 【0023】

【作用】本発明放射線治療計画装置は、MLCの各リーフの移動速度又は加速度を放射線治療機の限界値以内に制限し、又は限界を超えた部分を表示してオペレータに通知するものであるから、実際に放射線治療機で治療を行った場合、MLCのリーフの追従遅れによって治療計画と異なる線量分布の照射がなされること、又治療機が異常を検出して動作を停止するのを防止することができる。

#### 【0024】

【発明の実施の形態】原体照射法を例にとって実施形態を説明する。原体照射法は、ガントリを回転させながら、MLCを変化させながら、連続的に照射を行う方法である。原体照射法においては、複数枚からなるCT画像からターゲットの輪郭を抽出し、回転照射中に所定ガントリ角度から見たターゲットの2次元投影像に一定間隔のマージン処理をしてMLCのリーフ開度を計算する。ガントリ回転照射中には、そのガントリ角度から見たガン（ターゲット）の形は連続的に変化するので、その変化に合わせてリーフを移動させる。通常原体治療計画の場合リーフ開度はガントリ角度2度毎に生成され、また各リーフの開度の最小単位は1mmが一般的である。原体照射の場合、ガントリの回転が時間の経過を表すので、角度の変化が時間の変化を表す。このような時間経過に伴うリーフ開度は、マルチリーフコリメータ開度計算部において生成されるが、このようなマルチリーフコリメータ開度計算部は従来から周知である。

#### 【0025】

本実施形態における放射線治療計画装置は上記のマルチリーフコリメータ開度計算部の他に、移動速度計算部、移動速度限界値入力部、移動表示部、リーフ開度修正部、移動加速度計算部及び移動加速度限界値入力部を有する。移動速度限界値入力部には、放射線治療機のリーフの速度限界値を、移動加速度限界値入力部

には、放射線治療機のリーフの加速度限界値を入力しておく。

【0026】図1は、原体照射法においてガントリの回転開始角から回転終了角までのリーフ1対の動きを示した図である。図において、11は原体照射リーフ1枚の動きを表す曲線、12は原体照射の対リーフ1枚の動きを表す曲線である。マルチリーフコリメータは多数のリーフ対から成り、1リーフ対は2枚のリーフから構成され、曲線11、曲線12は1リーフ対のそれぞれのリーフの動きを示し、所定時間ごと（2度ごと）のリーフ位置の変化（曲線11、12傾き）がリーフの速度、所定時間ごと（2度ごと）の速度の変化がリーフの加速度となる。移動速度計算部は、マルチリーフコリメータ開度計算部で生成された時間経過に伴う各リーフ開度（曲線11、12に相当する）から、各リーフの移動速度を計算する。移動加速度計算部は、マルチリーフコリメータ開度計算部で生成された時間経過に伴う各リーフ開度（曲線11、12に相当する）から、リーフの移動加速度を計算する。

#### 【0027】

次に、リーフ開度修正部について説明する。リーフ開度修正部は、移動速度（又は加速度）計算部で算出されたリーフの移動速度（又は加速度）と、あらかじめ入力されている限界値とを比較し、リーフの移動速度（又は加速度）が限界値を超えている場合に、リーフ開度を修正し、限界値を超えないように制御をかける。図1において、aはリーフが開く方向に制御をかけた場合の点線、bはリーフが閉じる方向に制限をかけた場合の点線、14はリーフ速度が限界値を越える区間、15はリーフ速度が限界値を超える始点、16はリーフ速度が限界値を超える終点、17は点線aと曲線11の交点である。曲線11、曲線12は2度単位／1mm単位の解像度を持つとする。図は、最下端180度から時計回りに回転し最上端0度を通り180度までの回転の場合を示す。曲線11において、0度付近にリーフ速度の制限値を越える部分、区間14が存在する。点線aは区間14の始点15からリーフ開度修正の制御を開始し、修正前の動きに対して常にリーフが開く方向に動きを修正した例で、点線bは区間14の終点16から制御を開始し常にリーフが閉じる方向に動きを修正した例である。一般的に放射線を照射したい臓器つまりガンの周囲に放射線に敏感な臓器がなければ、リーフが閉じ



る方向に修正するのはガンに放射線が十分に照射されない可能性があるので、リーフを開く方向に修正するのが望ましい。ガンの周囲に放射線に敏感な臓器が存在する場合、開く方向に修正するのが望ましいか閉じる方向に修正するのが望ましいかは、各々の状況による。

#### 【0028】

図2は、図1の区間14の始点15における拡大図である。同図において、21aは始点15の次の点、21bは修正を行った始点15の次の点、22aは21aの次の点、22bは修正を行った21bの次の点である。リーフ移動速度限界値は2度当たり2～9mmで移動速度限界の値は治療機による。本実施例は2度当たり2mmのリーフ移動速度限界値を用いてリーフ移動制御を行った例である。図中の○は図1の曲線11に相当するリーフの位置であり、△は図1の点線aに相当する移動制御を行った場合のリーフの位置である。始点15から点21aまでのリーフの移動量は3mmとなっている。これは移動限界値2mmを越える値であり、点21bの移動制御を行う。つまり始点15からの移動量を2mmに制限する。点22aは点21bの値と比較され、その差累積で5mmとなっているので、2mm以内となるように移動制御され、点22b位置に修正される。この操作をそれぞれの点について順次行う事により最終的に図1の点線aを求める事ができる。

#### 【0029】

図3は、図1の交点17における拡大図である。△で表されるリーフ位置修正値は、点17にて交わる。交わった時点でのこの区間の移動量制御処理は終了となる。

#### 【0030】

図4は、図1の交点17における拡大図で加速度制限制御を施した場合の図である。図において、41は交点17における前の点からの速度、42は交点17における後ろの点への速度、43は速度41に加速度制限を施した後の速度、44は速度42に加速度制限を施した後の速度、45は交点17に加速度制限を施した後のリーフ位置である。本実施例では、加速度限界値が2として説明する。交点17における加速度は、速度41が-2、速度42が1なので、その差分の3

となる。通常リーフは金属塊なので重量があり、慣性により移動方向は急激には変化できない。駆動モータの出力には回転速度限界とともにトルク限界があり、この交点 17 におけるリーフの動きは、移動位置エラーを生じさせる原因となる。

#### 【0031】

次に、加速度制限処理について述べる。移動加速度計算部は、マルチリーフコリメータ開度計算部で生成された時間経過に伴う各リーフ開度（曲線 11、12 に相当する）からリーフの移動加速度を計算すると共に、リーフ開度修正部で速度限界によって修正されたリーフ開度（点線 a 又は b で修正後）からリーフ加速度を計算する。リーフ開度修正部は、リーフの移動加速度が限界値を超えている場合に、リーフ開度を修正し、限界値を超えないように制御をかける。この場合（図 1）、交点 17 の加速度は限界値を超えているので、交点 17 における速度 41 と速度 42 をその差が小さくなる方向に同一値移動する。本実施例では、速度 41 から速度 43 に、速度 42 から速度 44 に 1 ずつ速度を修正している。速度×距離＝位置であり、修正する総面積は常に 0 にならなければ、位置の連続性が保たれない。この場合図中、41 を 43 に移動した面積と 42 を 44 に移動した面積は、同一面積で方向が異なるので、相殺し 0 となる。この操作により点 17 を点 45 に移動してリーフ開度を修正し、点 45 における加速度は 1 となり、加速度限界値以下となる。

#### 【0032】

以上、1 対のリーフについて説明したが、MLC の各リーフについて上記のような速度、加速度の検討、リーフ開度の修正がなされる。

#### 【0033】

この実施形態では、移動速度（加速度）の限界値は、オペレータによる入力値を採用したが、移動速度（加速度）限界値設定部を設け、治療機固有のパラメータとして治療機内部に設定する（パラメータリストに記載する）ように構成したり、プログラムに固定的に設定するように構成することもできる。

#### 【0034】

この実施形態における、速度超過又は加速度超過の場合のリーフ開度の具体的な

修正方法は単なる一例であって、その他種々の方法を採用できることは言うまでもない。

#### 【0035】

次にIMRTスライディングウインド法による治療計画の例を説明する。図5は、IMRTスライディングウインド法において照射中のリーフ1対の動きを示した図である。図において、51はスライディングウインドのリーフ1枚の動きを表す曲線、52はスライディングウインドの対リーフ1枚の動きを表す曲線、aはリーフが開く方向に制御をかけた場合の点線、bはリーフが閉じる方向に制御をかけた場合の点線である。スライディングウインド法では、放射線照射中に照射野形状を変えながらリーフが移動する。図において中央付近に移動量の制限値を越えた部分が存在するので、リーフ開度修正部によって点線a又はbのようにリーフ開度が修正される。どちらに修正するのが望ましいかは、症例による。

#### 【0036】

この実施形態のリーフ開度修正部に代えて、又はリーフ開度修正部と共に、移動表示部を設けることができる。移動表示部は、移動速度（加速度）計算部で算出された移動速度（加速度）が速度（加速度）限界値を超える部分の情報を表示するものである。具体例としては、モニタに、限界値を超える速度（加速度）とそのガントリ角度を数値で表示したり、図1のようなグラフで表示（例えば限界値を超える14の部分で赤色の線で、その他の部分を黒色の線で表示）したりすることができる。このような表示でオペレータに警告する事により、照射条件を変更して対応する事も可能である。

#### 【0037】

##### 【発明の効果】

以上のように、本発明による放射線治療計画装置により生成された照射データを、放射線治療機で用いる事により治療中の治療機にマルチリーフコリメータ追従誤差が許容限界を超えることによる治療機の停止を未然に防ぐことができ、放射線治療の効率の改善及び患者の負担を減らすことが可能となる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 原体照射法において回転開始角から回転終了角までのリーフ1対の動き

を示した図である。

【図 2】 図 1 の区間 1 4 の始点 1 5 における拡大図である。

【図 3】 図 1 の交点 1 7 における拡大図である。

【図 4】 図 1 の交点 1 7 における拡大図で加速度制限制御を施した場合の図である。

【図 5】 IMRT スライディングウインド法において照射中のリーフ 1 対の動きを示した図である。

【図 6】 放射線治療機の構成を示した斜視図である。

【図 7】 マルチリーフコリメータの構成を示した斜視図である。

【図 8】 MLC により形成されるアイソセンタ面における照射野を表した断面図である。

【図 9】 原体照射法の照射野形状がガントリの回転とともに変化していく様子を  
示した図である。

【図 10】 ステップアンドシュート方式の MLC による照射野形状を示した図である。

【図 11】 スライディングウインド方式の MLC による照射野形状を示した図である。

#### 【符号の説明】

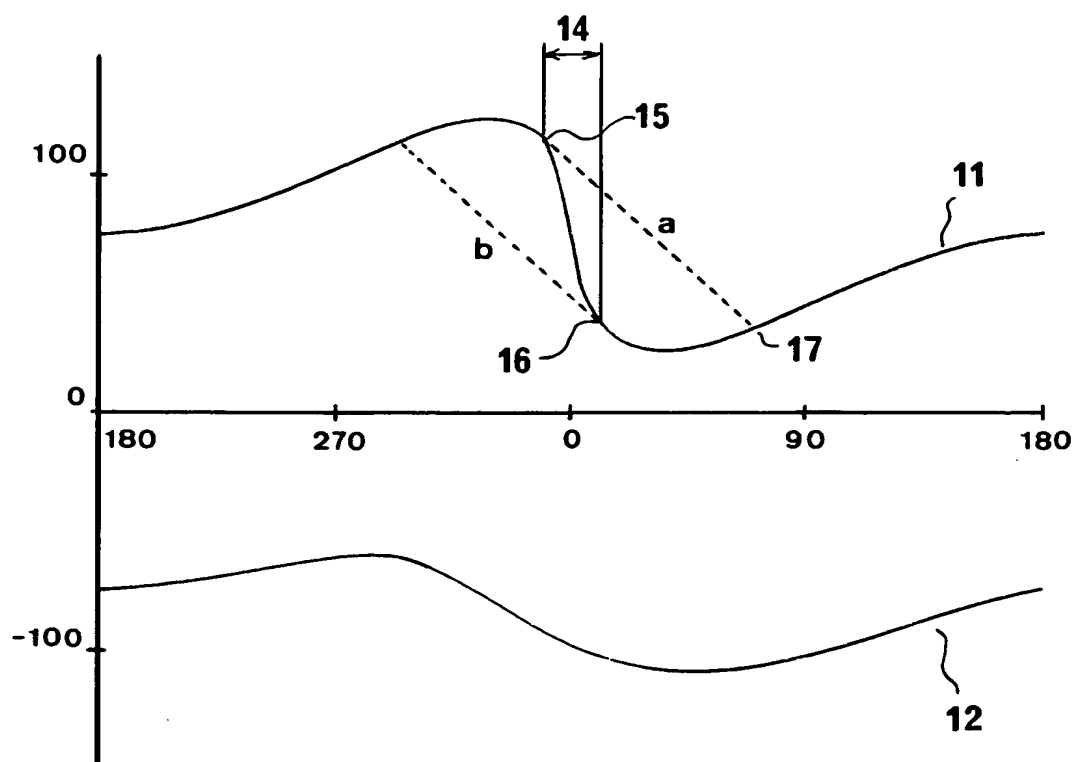
- 1 1 原体照射リーフ 1 枚の動きを表す曲線
- 1 2 原体照射の対リーフ 1 枚の動きを表す曲線
- 1 4 リーフの移動速度が限界値を越える区間
- 1 5 リーフの移動速度が限界値を超える始点
- 1 6 リーフの移動速度が限界値を越える終点
- 1 7 点線 a と曲線 1 1 の交点
- a リーフが開く方向に制御をかけた場合の点線
- b リーフが閉じる方向に制御をかけた場合の点線
- 2 1 a 始点 1 5 の次の点
- 2 1 b 修正を行った始点 1 5 の次の点
- 2 2 a 2 1 a の次の点

- 2 2 b 修正を行った 2 1 b の次の点
  - 4 1 交点 1 7 における 1 つ前の点からの速度
  - 4 2 交点 1 7 における 1 つ後ろの点への速度
  - 4 3 速度 4 1 に加速度制限を施した後の速度
  - 4 4 速度 4 2 に加速度制限を施した後の速度
  - 4 5 交点 1 7 に加速度制限を施した後のリーフ位置
  - 5 1 スライディングウインドのリーフ 1 枚の動きを表す曲線
  - 5 2 スライディングウインドの対リーフ 1 枚の動きを表す曲線
  - 6 1 ガントリ
  - 6 2 コリメータ
  - 6 4 ガントリの回転軸
  - 6 5 カウチ
  - 6 6 カウチの回転軸
  - 7 1 上絞り装置
  - 7 2 下絞り装置
  - 7 3 リーフ
  - 8 4 放射線ビームの中心軸
  - 8 5 放射線治療機の放射線ビームの点線源位置
  - 8 6 アイソセンタ面
  - 8 7 照射野
  - 9 1 ガントリ角度 2 1 6 度の照射野形状
  - 9 2 ガントリ角度 2 8 8 度の照射野形状
  - 9 3 ガントリ角度 0 度の照射野形状
  - 9 4 ガントリ角度 7 2 度の照射野形状
  - 9 5 ガントリ角度 1 4 4 度の照射野形状
  - 1 0 1 a ・ 1 0 1 b ・ 1 0 1 c ・ 1 0 1 d ガントリ角度 2 1 6 度の照射野形状  
のそれぞれのセグメント
  - 1 0 2 ガントリ角度 2 8 8 度の照射野形状
  - 1 0 3 ガントリ角度 0 度の照射野形状

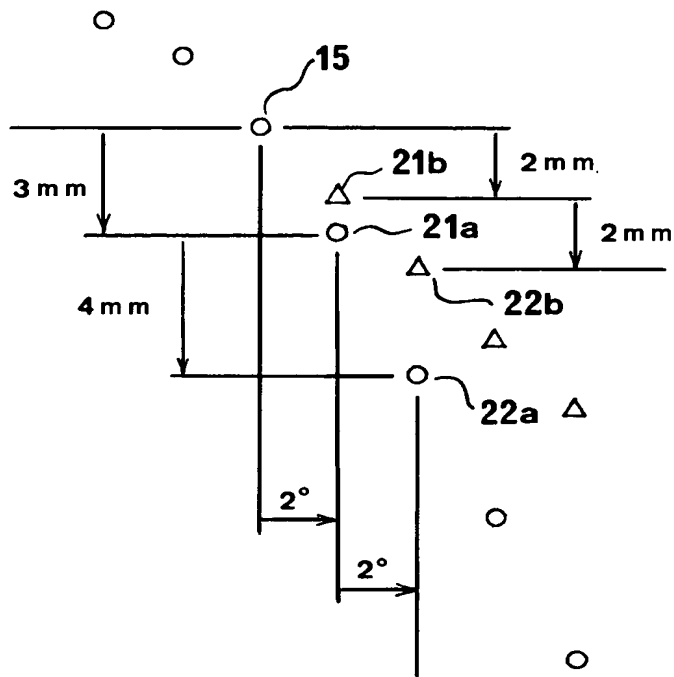
- 1 0 4    ガントリ角度 7 2 度の照射野形状
- 1 0 5    ガントリ角度 1 4 4 度の照射野形状
- 1 1 1    ガントリ角度 2 1 6 度の照射野形状
- 1 1 2    ガントリ角度 2 8 8 度の照射野形状
- 1 1 3    ガントリ角度 0 度の照射野形状
- 1 1 4    ガントリ角度 7 2 度の照射野形状
- 1 1 5    ガントリ角度 1 4 4 度の照射野形状

【書類名】 図面

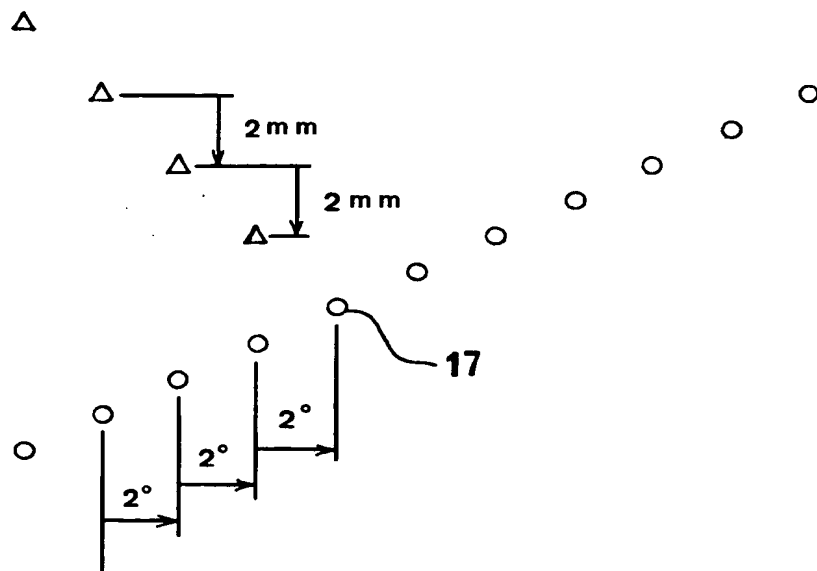
【図 1】



【図 2】

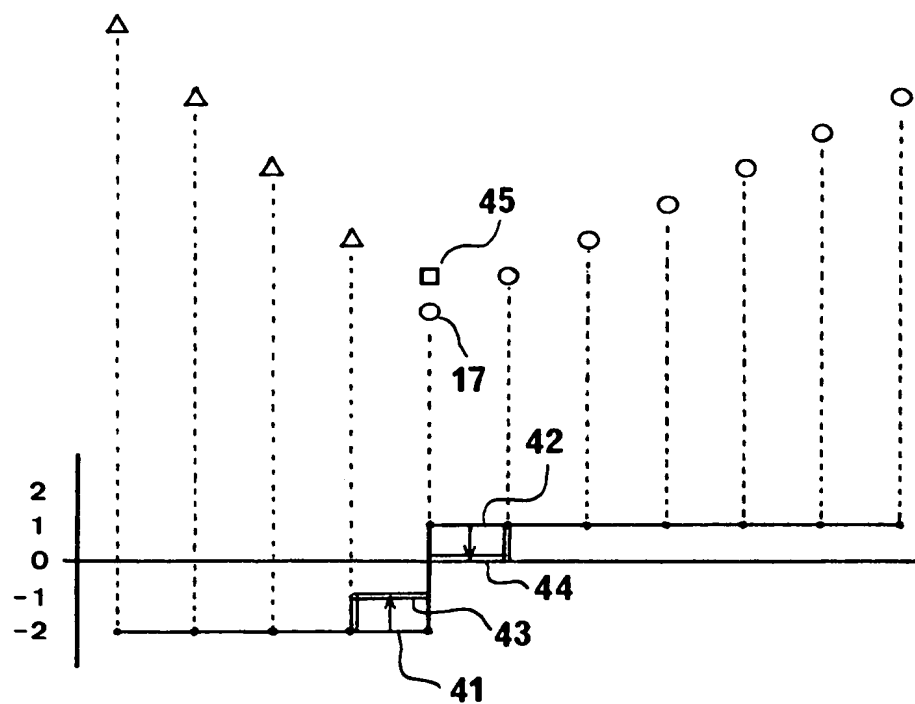


【図 3】

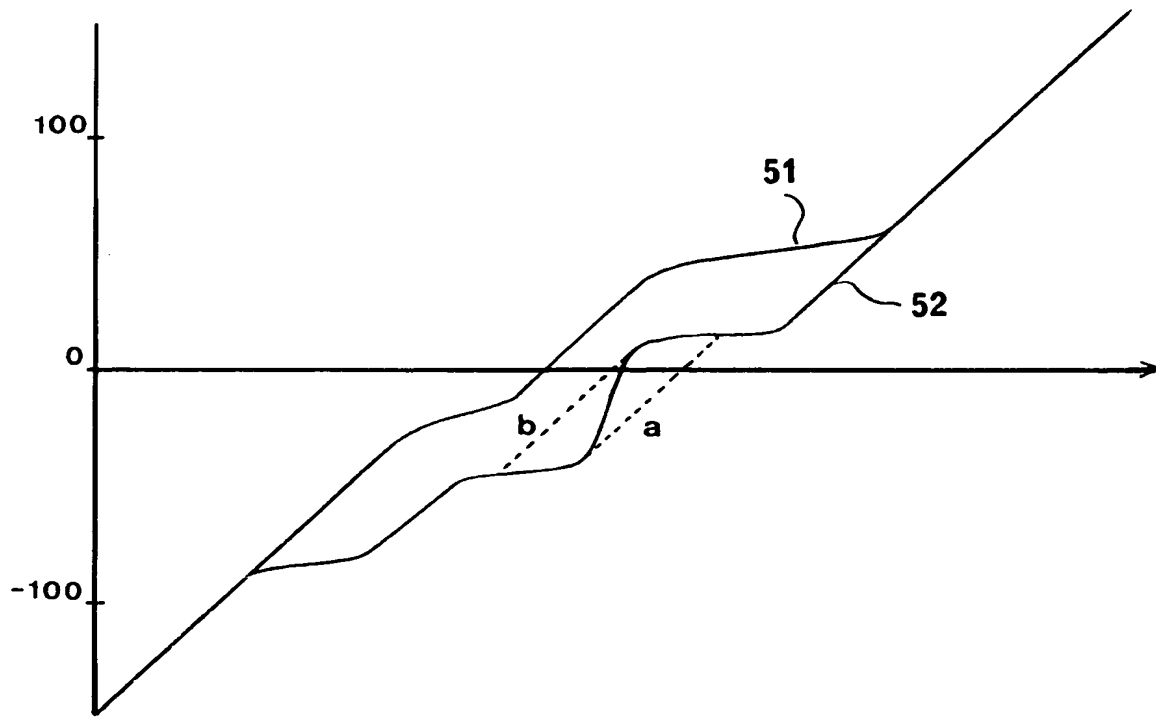




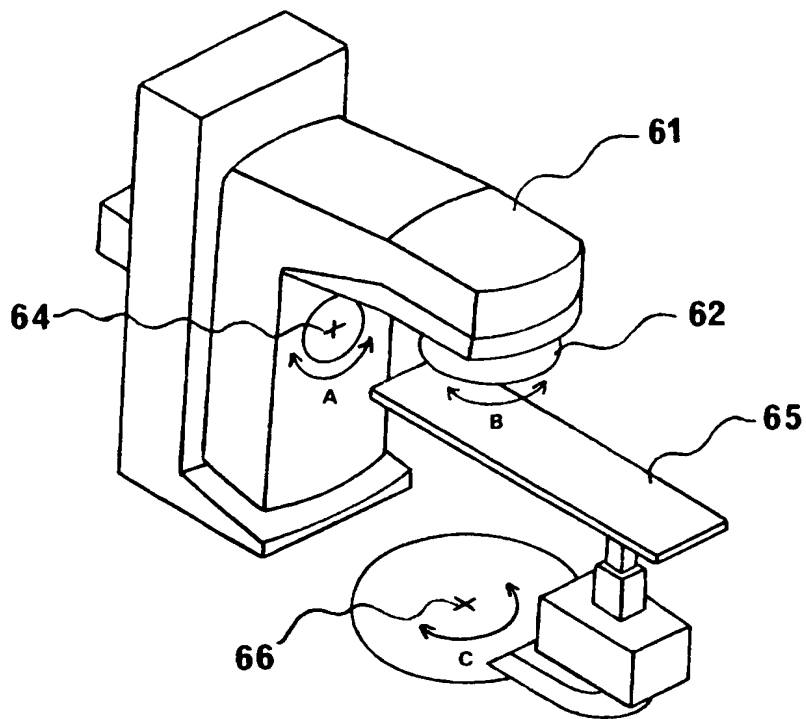
【図 4】



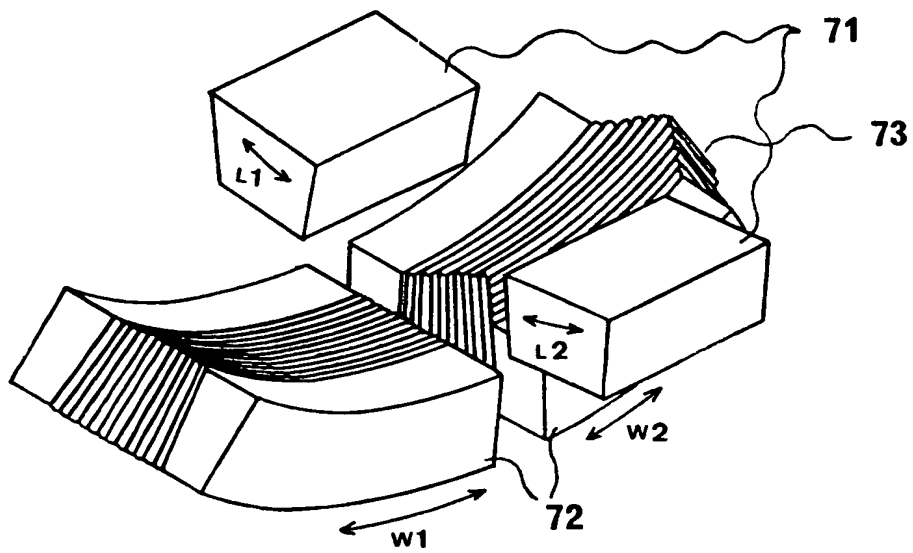
【図 5】



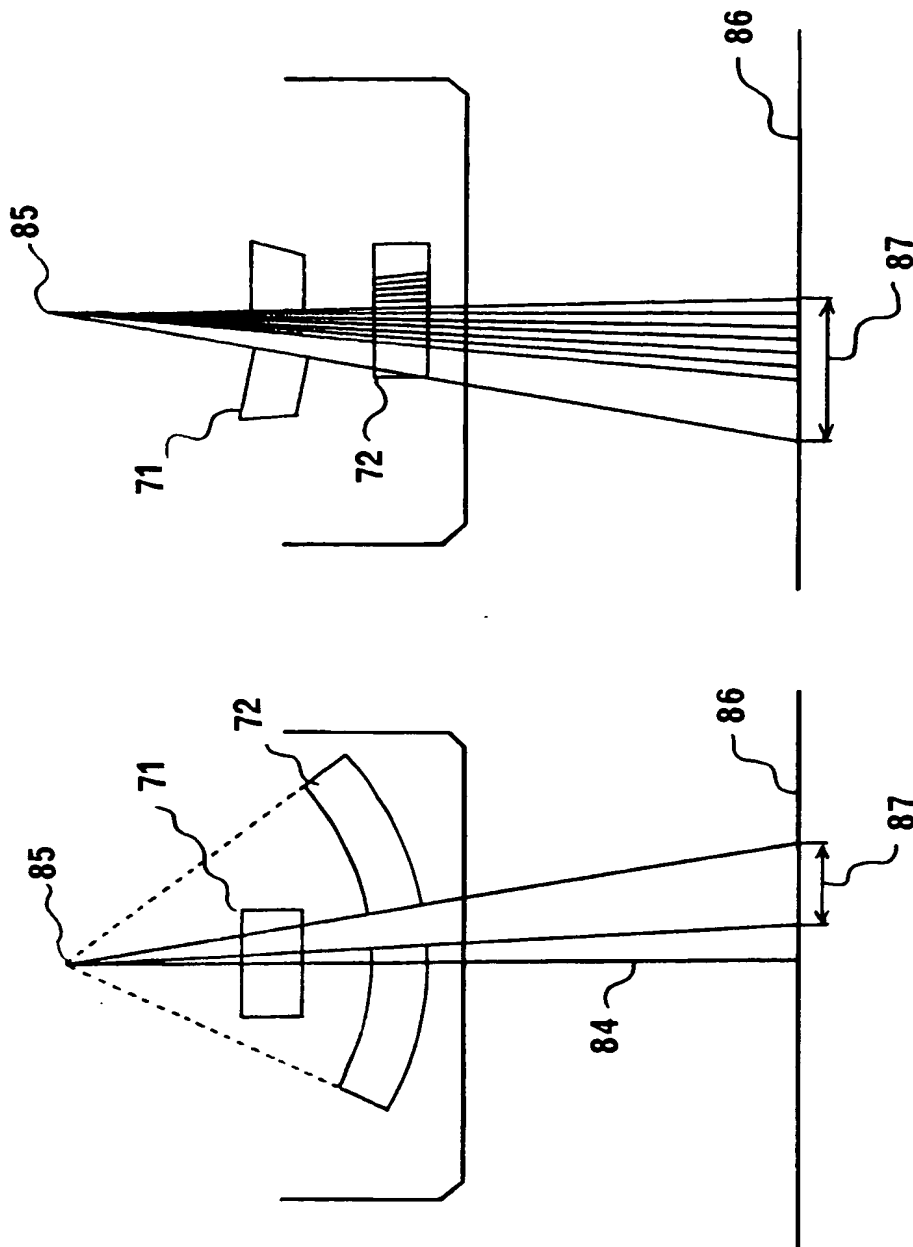
【図 6】



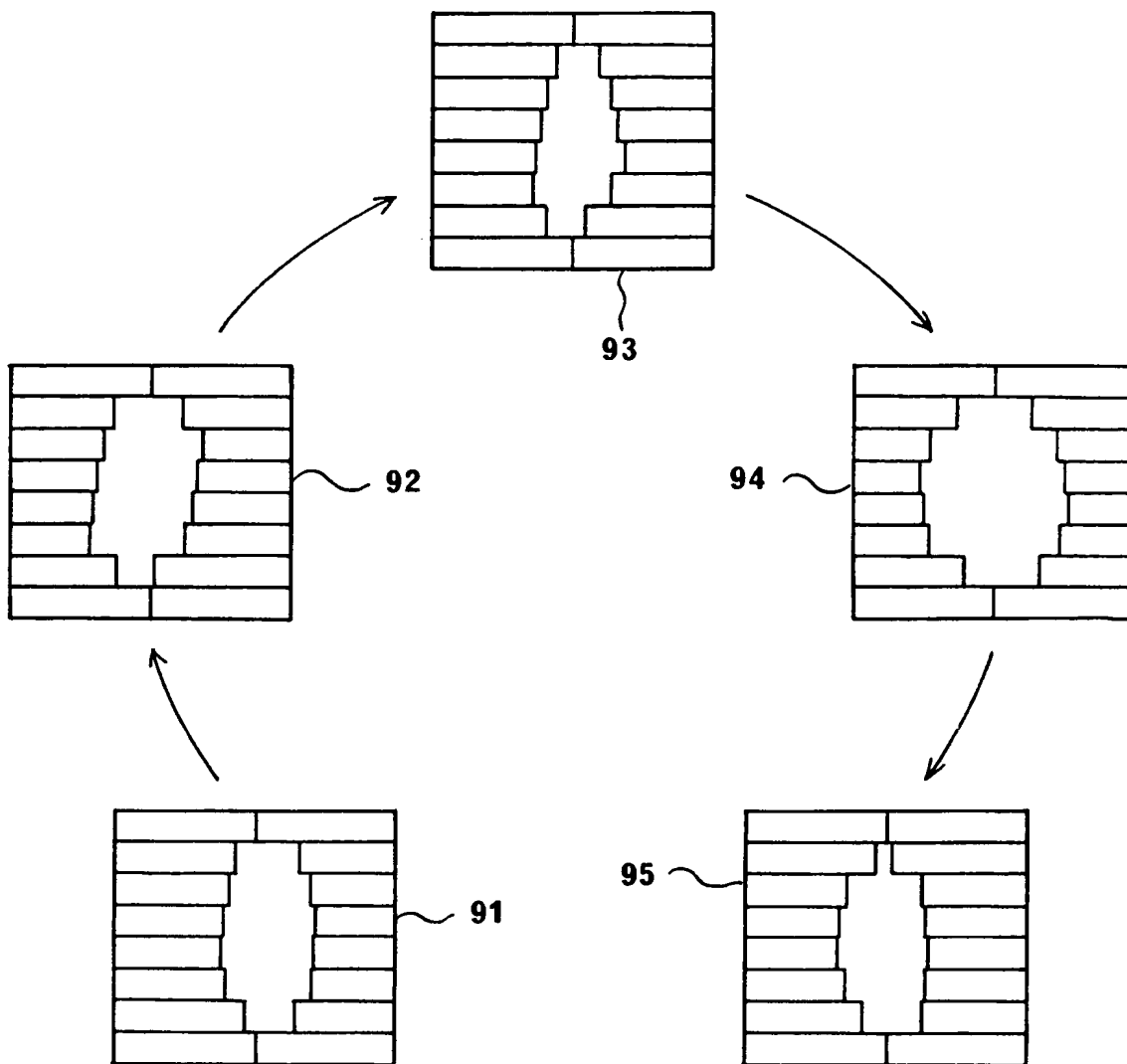
【図 7】



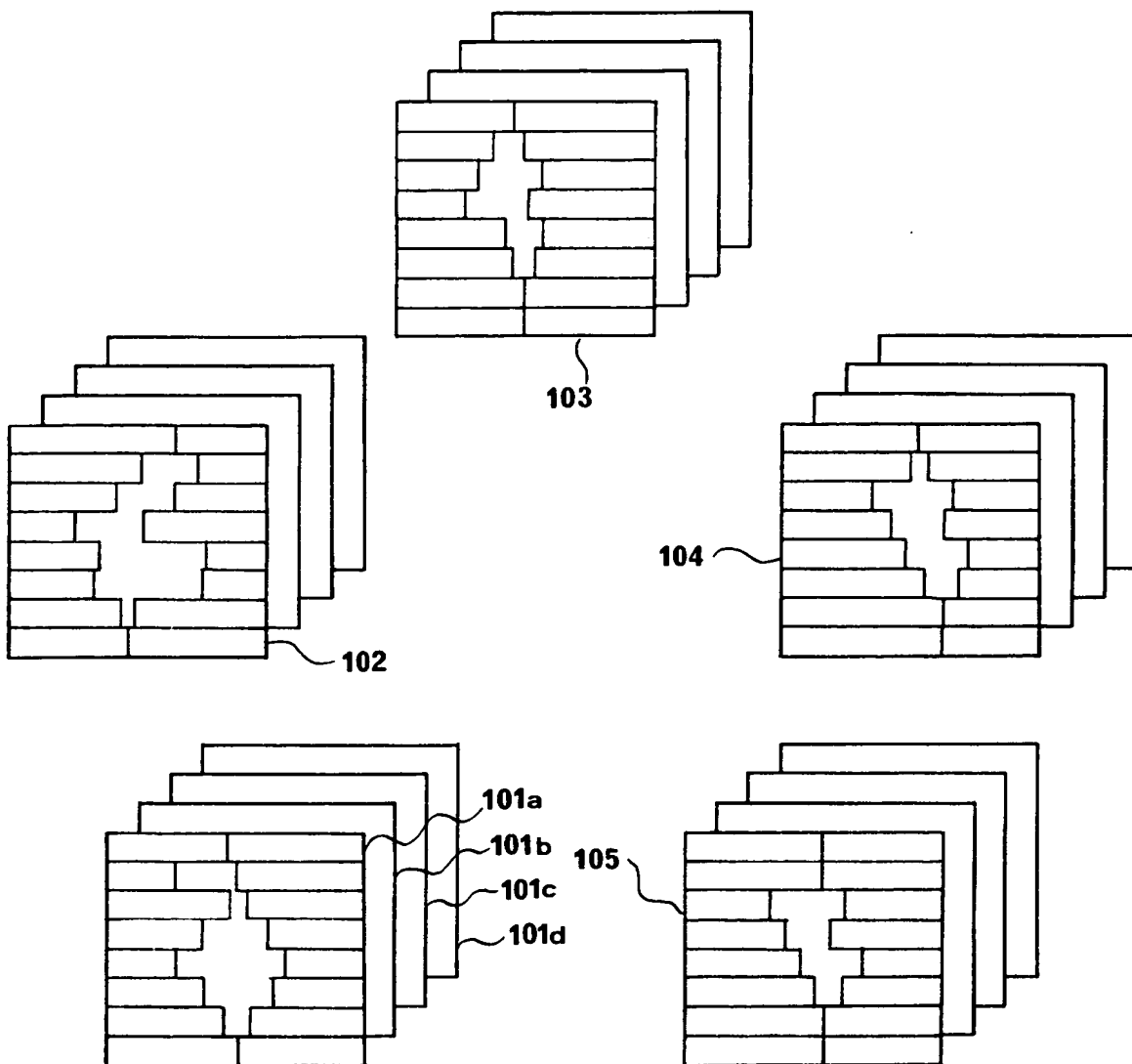
【図8】



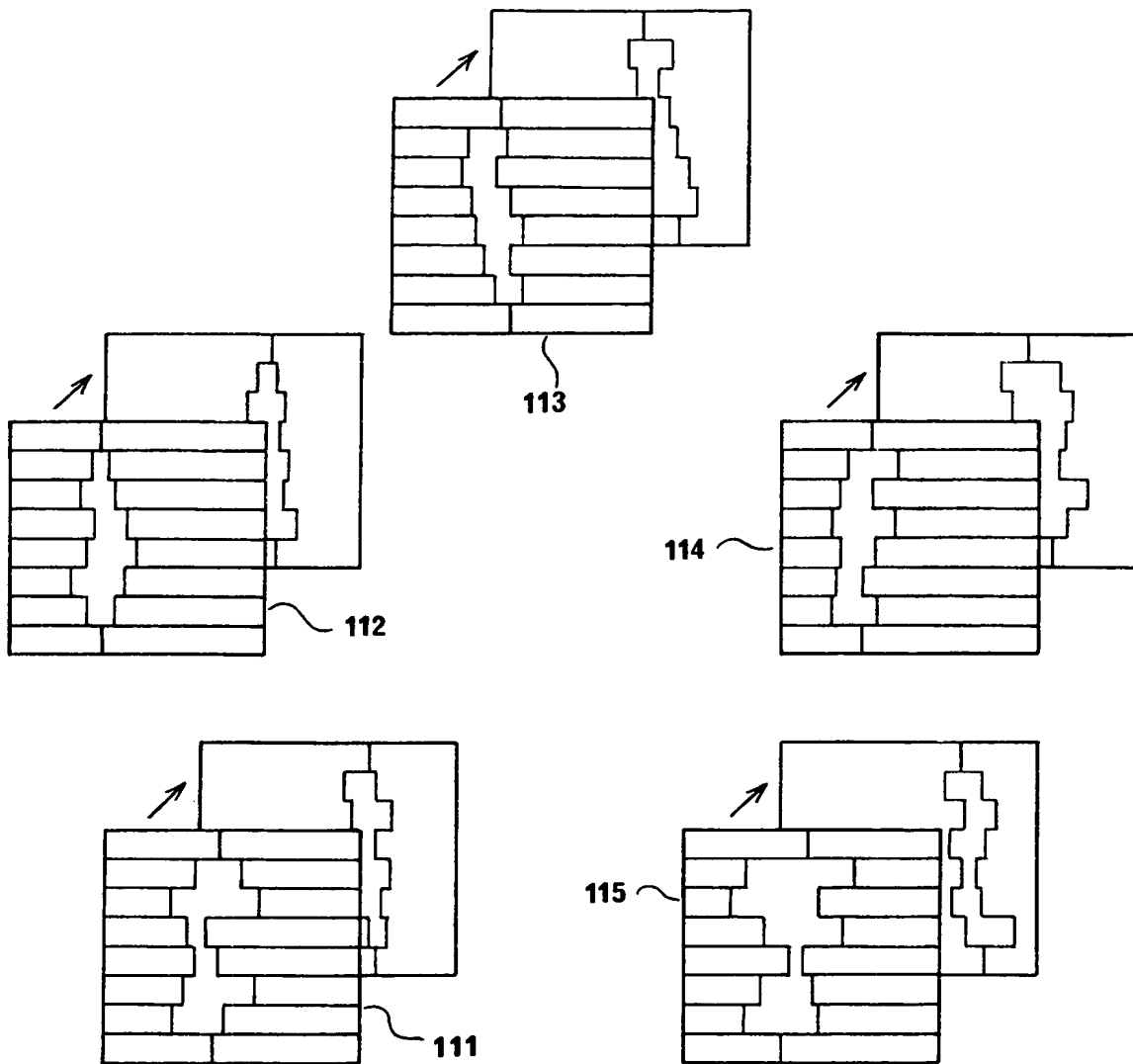
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】放射線治療の照射中にMLCを移動する原体照射法等にて、MLCの移動量の限界制御を行う事により、治療中のMLC追従エラーによる照射中断を防ぐ。

【解決手段】放射線治療計画装置において、MLCタ開度計算部にて生成された複数のリーフ開度に対し、移動速度限界量入力部にて入力された速度限界量または移動速度限界量設定部において設定された速度限界量を超える箇所を移動量制御部において限界量以下になるよう制御するまたは移動量表示部にて表示する。または、移動加速度計算部にてMLCの移動加速度を算出し、算出された限界加速度量を超える箇所を移動量制御部において限界加速度量以下になるよう制御するまたは移動量表示部にて表示する。

【選択図】 図1



## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 7 4 9 1 0
受付番号	5 0 3 0 0 4 4 6 1 3 7
書類名	特許願
担当官	雨宮 正明 7 7 4 3
作成日	平成 1 5 年 3 月 2 0 日

### < 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 3月19日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 7 4 9 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 9 0 0 3 6 5 8 2 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 2 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県富士宮市小泉 6 9 0 番地の 2

氏 名

有限会社ナカノシステム